

УДК 621.311.1

СНИЖЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ И ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Кузьмин И.С.

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. Пантелеев В.И.

Сибирский федеральный университет

Внутреннее электроснабжение промышленных предприятий осуществляется через распределительные сети и подстанции (РП) напряжением 6-10 кВ, а так же трансформаторные подстанции (ТП) 6(10)/0,4 кВ.

В настоящее время на промышленных предприятиях широко используются современные бытовые приборы, компьютеры, оргтехника и энергосберегающие системы освещения. Перечисленные электроприборы и устройства потребляют не только активную, но и реактивную электрическую энергию. Это приводит к увеличению потоков реактивной энергии и, как следствие, к росту потерь активной мощности в системах электроснабжения промышленных предприятий.

В связи с этим актуальность недорогой и эффективной компенсации реактивной мощности резко возрастает.

Динамика потребления реактивной мощности электроприемниками, подключенными к ТП 6(10)/0,4кВ имеет переменный характер с постоянной составляющей, величина которой составляет не менее 80% от минимального уровня потребления. Последнее обстоятельство позволяет использовать автоматически регулируемые конденсаторные установки с постоянно включенной ступенью, мощность которой будет составлять около 36% от мощности всей установки. В этом случае стоимость установки может быть снижена на 20%.

Динамика потребления реактивной мощности электроприемниками, подключенными к РП-6(10) кВ, отлична от потребления реактивной мощности в сетях до 1000 В и имеет следующие закономерности:

1. Выраженный максимум потребления реактивной мощности электроприемниками практически отсутствует, если потребление реактивной мощности электроприемниками, подключенными к РП-6(10)кВ, рассматривать за вычетом реактивной мощности, которую потребляют низковольтные электроприемники;
2. Разброс потребления реактивной мощности электроприемниками 6 кВ не превышает 15%.

Последние два фактора позволяют отказаться от тенденции использования автоматически регулируемых установок, предназначенных для компенсации реактивной мощности в сетях 6-10 кВ, а использовать нерегулируемые высоковольтные конденсаторные установки.

Анализ стоимости высоковольтных конденсаторных установок показывает, что стоимость автоматически регулируемых высоковольтных конденсаторных установок в 2,5 раза выше стоимости нерегулируемых установок. Стоимость последних соизмерима

со стоимостью автоматически регулируемых низковольтных конденсаторных установок.

Установлено, что доля потребления реактивной мощности высоковольтными и низковольтными электроприемниками составляет 32% и 68% соответственно.

На рисунке 1 приведены два варианта компенсации реактивной мощности в электрических сетях 0,4-6(10) кВ промышленных предприятий, эффективность которых не отличается друг от друга.

Первый вариант предусматривает использование автоматически регулируемых конденсаторных установок в сетях 0,4 и 6(10)кВ. Второй вариант основывается на использовании в сетях до 1000 В автоматически регулируемых установок с постоянно включенной ступенью, а в сетях 6-10 кВ нерегулируемых конденсаторных установок. Расчеты показывают, что с учётом вышеприведенных тенденций и закономерностей стоимость второго варианта будет ниже на 40% по сравнению с первым вариантом.

Кроме того, опыт эксплуатации устройств компенсации реактивной мощности на базе высоковольтных конденсаторных установок с автоматическим ступенчатым регулированием показал, что надёжность таких устройств недостаточно высока из-за выхода из строя коммутационной аппаратуры, а устройства компенсации реактивной мощности с тиристорным управлением являются мощным источником генерации высших гармоник. [1]

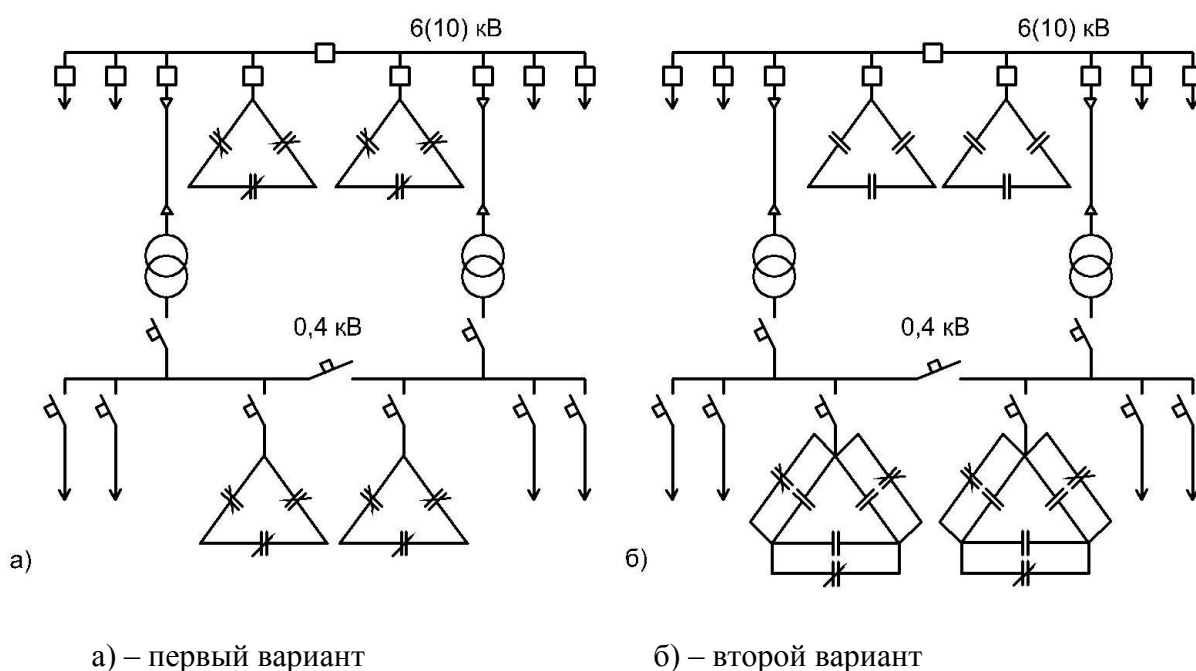


Рисунок 1 – Варианты систем компенсации реактивной мощности в электрических сетях 0,4-10кВ промышленных предприятий.

Таким образом, использование автоматически регулируемых конденсаторных установок с постоянно включенной ступенью и нерегулируемых конденсаторных установок в сетях до и выше 1000 В, соответственно, позволяет обеспечить высокую

эффективность компенсации реактивной мощности в электрических сетях промышленных предприятий с наименьшими финансовыми затратами.

В связи с широким внедрением компьютерной и преобразовательной техники, локальных технологических процессов возникла проблема неравномерной нагрузки по отдельным фазам сети до 1000 В.

Потребление реактивной мощности значительно отличается для отдельных фаз сети, поэтому использование систем симметричной компенсации не позволяет эффективно компенсировать реактивную мощность по отдельным фазам сети. На отдельных фазах сети может возникнуть режим перекомпенсации или недокомпенсации реактивной мощности.

Наиболее рациональным методом компенсации реактивной мощности в данных условиях является независимая пофазная компенсация реактивной мощности.

Подобный опыт эксплуатации устройств пофазной компенсации реактивной мощности имеется в г. Дудинка.

Как показали исследования, неравномерность нагрузки по разным фазам сети 0,4 кВ в муниципальных и жилых зданиях г. Дудинка может достигать 320%. Это приводит к тому, что величина тока в нейтральном проводе может превышать значение тока в фазах сети и в зависимости от длительности максимального режима электропотребления способна привести к термическому разрушению нейтрального провода. Термическое разрушение нейтрального провода, при неравномерной нагрузке по отдельным фазам сети, приводит к «перекосу» фазных напряжений и может вызвать массовый выход из строя компьютерной и бытовой техники используемой в жилых и муниципальных зданиях.

Пофазная компенсация реактивной мощности позволяет снизить токи в фазах сети и, как следствие, в нейтральном проводе, что обеспечивает не только снижение потерь активной мощности в кабельной линии, но и исключает вероятность термического разрушения нейтрального провода. Подобный эффект достигается в том случае, если конденсаторная установка устанавливается в непосредственной близости от электроприемников, т.е. на электрических вводах муниципальных и жилых зданий.

В 2011 г в г. Дудинка было введено в эксплуатацию 17 установок пофазной компенсации реактивной мощности, которые не имеют аналогов в мировой практике.

Устройства данного типа были установлены на электрических вводах детских садов, школ и спортивно-развлекательных центров г. Дудинка.

Опыт эксплуатации устройств данного типа показал их высокую эффективность, так как коэффициент мощности на вводах зданий, где были размещены устройства, находится в диапазоне 0,96-0,99.

В качестве примера были выполнены измерения потребления электрической энергии школой-интернатом №1. Измерения проводились с отключенной и рабочей конденсаторной установкой (КУ).

Анализ измеренных данных показал, что активная мощность снизилась на 3,62 кВт, ток в фазах «А», «В» и «С» снизился со 171,4 А до 118,9 А; с 203,6 А до 163,24 А и с 142,99 А до 115,4 А соответственно. В среднем ток в фазах уменьшился на 30%, а ток в нейтральном проводе в 2,7 раза – с 82,47 А до 30,57 А. При этом коэффициент

мощности изменился с 0,79 до 0,99. Компенсация реактивной мощности позволила увеличить пропускную способность кабельной линии на 30%.

Следует отметить, что для детских садов, школ, развлекательных комплексов, спортивных и оздоровительных центров компенсация реактивной мощности имеет более социальный аспект, нежели экономический.

Социальный аспект компенсации реактивной мощности в городских сетях 0,4 кВ г. Дудинка состоит, в первую очередь, в повышении надежности системы электроснабжения, особенно в зимний период времени года. Подобный опыт может быть использован на промышленных предприятиях.

Комплексными исследованиями установлено, что использование индивидуальных установок по компенсации реактивной мощности подключенных к вводам электродвигателей позволяет не только снижать потери активной мощности в электрической сети, но и эффективно ограничивать коммутационные перенапряжения до уровня $2U_n$.

Список литературы

1. Гармонические искажения в электрических сетях и их снижение. Информационный справочник Шнайдер электрик. Выпуск №27-2009г.